



KAJIAN TEKNIS PEROLEHAN VOLUME STOCKPILE MENGGUNAKAN TEKNOLOGI DRONE DI PT BATU MAMAK SERASI KABUPATEN BUNGO, PROVINSI JAMBI

Bagus Rahmad Caramoy¹, Heriyanto², Randy M.Oswara³

Universitas Muara Bungo

Corresponding Author : baguscarmoy9@gmail.com

Article Info

Article history:

Received: Jan 22, 2026

Revised: Jan 26, 2026

Accepted: Jan 31, 2026

Published: Feb 07, 2026

Keywords:

Drone Technology

Mapping

Volume Ministerial

PT. BMS

Surface mining

ABSTRACT

PT. Batu Mamak Serasi is a company located in Rantau Kelayang Village, Bungo Regency, Jambi Province, which is engaged in mining activities for C-type mining materials or focuses on andesite mining activities. Mining operations using the open pit method (surface mining) are mining methods where all activities are on the surface of the earth or in direct contact with the outside air, but in mining practices, one of the technologies used by PT BMS is a drone. This drone is operated directly through a monitor screen available on the drone manufacturer's application, or through remote operation from a drone pilot operator who is in an open space or even in a vehicle. This study aims to analyze the value of ground sampling distance on stockpile volume acquisition and factors that cause errors in stockpile volume measurements at PT. Batu Mamak Serasi, Bungo Regency, Jambi Province. In addition, the use of drones at PT BMS such as monitoring supervision, mining plans, reserve and volume calculations, mining area maps, and plots of areas around mining. This study uses an applied approach with field observation methods and theory to produce practical solutions or direct applications in real life so that it can ensure that the resulting solutions are relevant and implementable. The results showed that with a gsd value of 1.15 cm/pixel, the volume of 1/2 cm andesite material obtained was 90,769 m³, 2/3 cm material was 789,003 m³, 3/5 cm material was 40,768 m³, and 5/7 cm material was 38,133 m³. These measurements were also influenced by several measurement factors such as vegetation, ground control points, and drone batteries.

PENDAHULUAN

PT. Batu Mamak Serasi merupakan salah satu perusahaan yang berada di desa rantau kelayang kabupaten bungo provinsi jambi yang bergerak pada kegiatan pertambangan bahan galian c atau berfokus pada aktivitas penambangan batu andesit. Sehingga dalam proses terbentuknya batuan produk gunung api berjenis batuan beku yang terbentuk oleh aktivitas vulkanik intermediet dengan tipe magma andesitic. Batuan andesit terbentuk dari magma dengan temperatur antara 900 sampai 1.100 derajat celcius. Dalam praktik pertambangan, drone telah dipergunakan kedalam berbagai kegunaan seperti monitoring pengawasan, rencana penambangan, perhitungan cadangan dan volume, memetakan area pertambangan, serta memetakan area sekeliling pertambangan. Sehingga untuk

pengukuran nilai *ground sampling distance*, yang secara regulasi telah diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan No 90 Tahun 2016. Bagaimana teknologi drone dapat digunakan untuk menghitung volume andesit serta Faktor yang menyebabkan terjadinya kesalahan dalam pengukuran volume andesit.

Penelitian ini menjadi penting karena bertujuan langsung dengan *ground sampling distance*, yang secara regulasi telah diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan No 90 Tahun 2016, tentang pengendalian pengoperasian pesawat udara tanpa awak di ruang udara yang dilayani indonesia. Penggunaan drone dalam pengukuran volume di pengaruhi beberapa faktor sehingga mengurangi tingkat keakuratan volume stockpile.

Dengan fokus pada penggunaan drone, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperoleh volume stockpile andesit. Dan dapat dipertimbangkan hasil pengukuran material andesit.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis dan pembaca

Diharapkan nantinya dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai kelebihan dan kekurangan masing-masing metode pemetaan, serta memberikan rekomendasi untuk pengelolaan sumber daya batubara yang lebih efisien di masa depan.

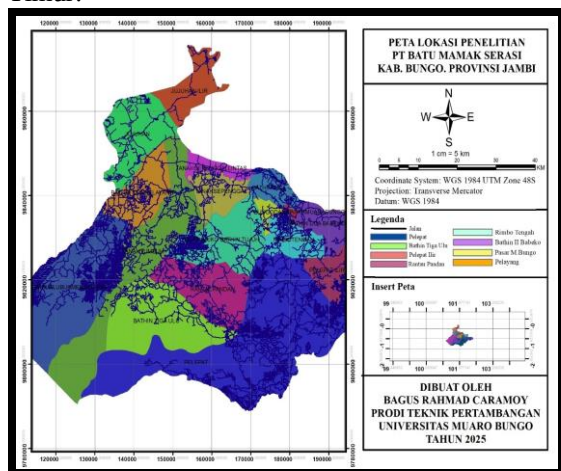
2. Bagi Perusahaan

Dapat dipakai sebagai pembanding atau bahan pertimbangan dalam evaluasi hasil perhitungan volume pada penggunaan drone. Selain itu, diharapkan dari penelitian ini juga dapat memberi gambaran tentang pengelolaan sumber

PT. BMS menerapkan sistem penambangan terbuka (*surface mining*), dengan seluruh aktivitas tambang dilakukan di atas permukaan tanah. Pelaksanaan teknis peledakan dilakukan oleh kontraktor PT. RMB, sementara PT. BMS berperan sebagai pemilik IUP sekaligus pengawas. Mengingat potensi cadangan andesit sebagai kebutuhan strategis yang terus meningkat, PT. BMS terus melakukan eksploitasi dan pengembangan wilayah tambang untuk menjawab kebutuhan pasar.

Lokasi Kesempian Daerah

PT. Batu Mamak Serasi (PT BMS) merupakan perusahaan pertambangan bahan galian c atau dengan kata lain berfokus pada batu andesit. Lokasi tambang berada di Desa Rantau Kelayang, Kecamatan Pelepat, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi. PT. BMS beroperasi pada dua blok penambangan utama, yaitu Blok Barat dan Blok Timur.



Gambar 1. Peta Kesempian Daerah.

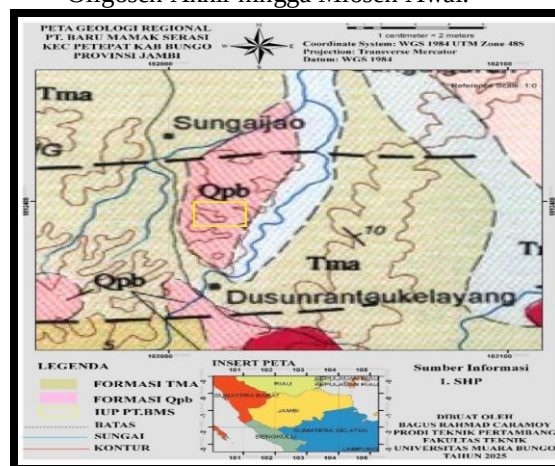
daya batu andesit yang lebih efisien untuk menghemat waktu dan biaya oprasional serta mengurangi resiko kecelakaan pada saat kegiatan berlangsung.

TINJAUAN UMUM

PT. Batu Mamak Serasi merupakan salah satu perusahaan pertambangan yang bergerak di bidang bahan galian c batuan Andesit yang terletak di rantau kelayang kecamatan pelepat kabupaten Bungo Provinsi Jambi. PT BMS selaku perusahaan yang memegang izin usaha pertambangan (IUP) atau dengan kata lain pemegang IUP dengan melakukan penambangan pada *Jobsite PIT 1*, dan *PIT 2*. Selain itu PT BMS memiliki *jobsite* penambangan dengan metode *blasting* peledakan dengan kata lain *joint mining operation* dengan perusahaan PT RMB dengan rata rata produksi batuan Andesit per bulan lebih kurang 1.300 MT perhari serta 39.000 MT perbulan.

Dari sisi geologi regional, wilayah ini termasuk dalam Cekungan Sumatera Tengah dan terbagi menjadi dua kelompok geologi: (Formasi Airbenakat, Muaraenim, dan Kasai). Khusus di wilayah PT. BMS, ditemukan dua formasi utama:

- 1) Formasi Bukit Punjung – berupa batupasir gampingan, batu lempung pasir, tuf, dan breksi gunung api.
- 2) Formasi Tma – terdiri dari batuan sedimen seperti napal, tuf, dan batubara, berumur Oligosen Akhir hingga Miosen Awal.



Gambar. 2. Peta Geologi Regional.

Drone

Drone adalah pesawat tanpa pilot. Pesawat ini dioperasikan langsung melalui layar monitor yang tersedia pada aplikasi pabrikan *drone*, atau melalui operasi jarak jauh dari operator *drone* pilot yang berada di ruang terbuka atau di kendaraan sekalipun. Dalam praktik pertambangan, *drone* telah dipergunakan kedalam berbagai kegunaan seperti monitoring pengawasan, rencana penambangan, perhitungan cadangan dan volume,

memetakan area pertambangan, serta memetakan area sekeliling pertambangan. Meskipun peralatan ini dalam kategori baru dari teknologi pertambangan sebelumnya hanya dipergunakan dalam dunia militer, sehingga peralatan ini telah banyak dipergunakan pada semua perusahaan secara luas.

Ketentuan Tinggi Terbang

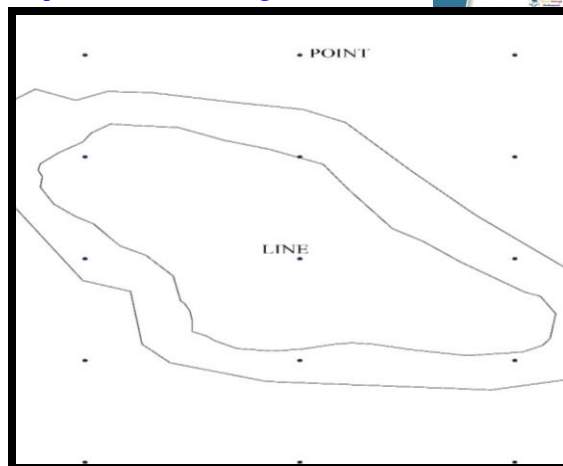
Peraturan Menteri Perhubungan No 90 Tahun 2015, tentang pengendalian pengoperasian pesawat udara tanpa awak di ruang udara yang dilayani Indonesia. Peraturan ini mengatur mengenai persyaratan, batasan dan perizinan bagi pengoperasian sistem pesawat tanpa awak di ruang udara yang dilayani Indonesia. Dalam hal kondisi khusus untuk kepentingan pemerintah seperti patroli batas wilayah negara, patroli wilayah laut negara, pengamatan cuaca, pengamatan aktivitas hewan dan tumbuhan di taman nasional, survei dan pemetaan, Sebuah sistem pesawat tanpa awak boleh dioperasikan di ketinggian lebih dari 500 ft (150 m) dengan izin yang diberikan oleh Direktur Jenderal Perhubungan Udara.

DATA Spasial Dan Format Data Menurut (Wahyuningrum, 2022). Kebanyakan data yang sering dikerjakan dalam sebuah SIG adalah data spasial, data yang berorientasi geografis. Data ini mempunyai nilai kordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang berbeda dari data lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut) yang dijelaskan berikut ini:

- 1) Informasi lokasi (spasial), berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi.
- 2) Informasi deskriptif (atribut) menyajikan informasi non spasial, suatu lokasi yang menyediakan keterangan yang berhubungan dengan data atributnya. Beberapa example pohon pohonan, populasi, luas area, code pos, dan masih ada yang lainnya.

Istilah lain kategori dalam pembacaan perangkat lunak berarti bentuk dan kode penyimpanan data yang berbeda antara file satu dengan lainnya. Dalam SIG, data spasial mampu divisualisasikan menjadi dua kategori, yaitu:

- 1) Data Vektor.
Data vektor menyajikan keadaan permukaan tanah yang divisualisasikan ke beberapa kelompok suatu area (*poligon* yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik dan nodes (titik perpotongan antara dua buah garis).



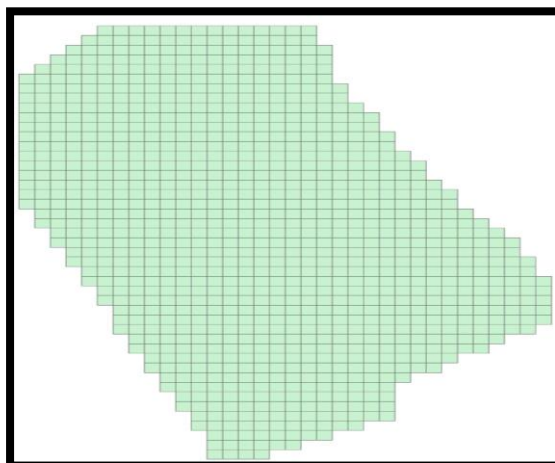
Gambar. 3. Data Vektor

(Sumber : *Pengolahan Data Primer*, 2025)

Melihat dari segi keuntungan utama dari format data vektor adalah keakurasian kedalaman representasi sebuah *point*, batasan dan garis lurus. Mengenai hal tersebut dapat digunakan dalam membantu untuk menganalisa data untuk keakurasian lokasi.

2) Data Raster

Data raster (*sel grid*) adalah kumpulan dari data yang divisualisasikan dari sebuah sistem pengoperasian/penginderaan jauh. Pada data raster, area lokasi ditampilkan dalam bentuk struktur *sel grid* sehingga di mengerti sebagai *pixel (picture element)*



Gambar. 4. Data Raster

sumber(*pengolahan data primer*,2025)

Berdasarkan data raster, sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah dan sebagainya. Keterbatasan utama dari data raster adalah besarnya ukuran file. Semakin tinggi resolusi *grid*-nya, semakin besar ukuran filenya, dan ini sangat

bergantung pada kapasitas perangkat keras yang tersedia. Masing masing format data mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pemilihan format data yang digunakan sangat tergantung pada tujuan penggunaan, data yang tersedia, volume data yang dihasilkan, ketelitian yang diinginkan, serta kemudahan dalam analisa. Data vektor relatif lebih ekonomis dalam hal ukuran file dan presisi dalam lokasi, tetapi sangat sulit untuk digunakan dalam komputasi matematis. Sedangkan data raster biasanya membutuhkan ruang penyimpanan file yang lebih besar dan presisi lokasinya lebih rendah, tetapi lebih mudah digunakan secara matematis.

Data Non Spasial

Menurut (Peta & Umum, 2020). Data non spasial adalah data yang tercantum pada atribut suatu peta, dimana setiap nilai informasi terdapat suatu keterangan luasan daerah masing masing pada atribut. Selain itu menyediakan informasi code tiap lokasi yang berbeda. Selain itu data non spasial akan disimpan secara otomatis dalam tabel. Selanjutnya seringkali data ini digunakan dalam memberikan gambaran informasi *grid/px* setiap daerah.

Ground Sampling Distance

Menurut (Lamia et al., 2023). *Ground Sampling Distance* (GSD) adalah satuan ukuran terkecil untuk piksel yang ditangkap oleh sensor kamera, yang mewakili jarak di permukaan tanah. Nilai ini dihitung dengan membandingkan ukuran sensor kamera dengan jarak antara kamera dan objek di permukaan. Sensor kamera yang lebih berkualitas akan menghasilkan nilai GSD yang lebih kecil, yang pada gilirannya berarti tingkat ketajaman atau kejernihan gambar yang dihasilkan lebih tinggi. GSD sangat memengaruhi pemrosesan foto udara, terutama dalam perencanaan ketinggian penerbangan dan pemilihan kamera. Oleh karena itu, pertimbangan cermat terhadap GSD yang diinginkan sangat penting selama proses perencanaan misi udara. Umumnya, GSD mewakili resolusi piksel dari gambar yang dihasilkan, baik dari kamera metrik maupun non-metrik.

Istilah GSD umumnya digunakan dalam foto udara, sedangkan resolusi spasial digunakan untuk citra satelit, meskipun kedua istilah tersebut memiliki arti yang serupa. Baik GSD maupun resolusi spasial menentukan tingkat detail dan kualitas gambar yang dihasilkan. Menurut definisi, GSD atau resolusi spasial adalah rasio antara ukuran piksel dalam gambar dan ukuran sebenarnya di permukaan tanah. Misalnya, nilai GSD 1.2

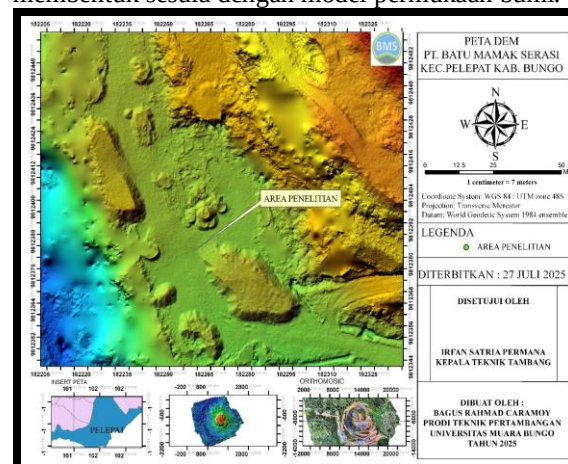
cm/piksel menunjukkan bahwa satu piksel pada gambar mewakili area seluas 1.2 cm di tanah.

Fotogrametri

Menurut (Panjaitan & Supit, 2021). Fotogrametri adalah gabungan seni, sains, dan teknologi yang digunakan untuk memperoleh informasi akurat tentang suatu area fisik dan lingkungan yang di dekatnya. Informasi ini diperoleh melalui proses perekaman, pengamatan, pengukuran, dan interpretasi citra fotografis atau gambar yang ditangkap dari gelombang elektromagnetik. Seiring dengan kemajuan sains dan teknologi, metode fotogrametri juga mengalami kemajuan yang signifikan. Salah satu keunggulan utama fotogrametri adalah proses akuisisi datanya tidak memerlukan kontak langsung dengan objek, yang membedakannya dengan survei konvensional.

Digital Elevasi Model

Menurut (Wulan et al., 2021). Digital elevasi model yaitu data yang berbentuk elevasi yang peruntukan untuk menampilkan keaslian atau tinggi rendahnya permukaan bumi. Data ini biasanya terdapat beberapa point point koordinat yang dapat mewakili permukaan bumi, sehingga dalam pengolahannya harus menggunakan algoritma tertentu agar bisa membentuk sesuai dengan model permukaan bumi.



Gambar. 5. DEM

Oleh karena itu, DEM berfungsi tidak hanya sebagai representasi visual topografi tetapi juga sebagai alat analisis penting dalam bidang-bidang seperti survei dan pemetaan. Secara visual DEM mengungkapkan perbedaan elevasi yang jelas di seluruh area yang diamati. Perubahan kontur permukaan tanah seperti gundukan, lereng, atau cekungan dapat diidentifikasi secara efektif. Nilai elevasi dalam DEM memberikan informasi penting tentang karakteristik morfologi.

Perhitungan Volume

Menurut (Kejayan et al., n.d.). Metode perhitungan volume dilakukan menggunakan garis kontur yang menghubungkan titik titik yang memiliki elevasi



sama rata, sehingga bidang yang oleh sebuah garis kontur adalah merupakan bidang mendatar. Luasan penampang ditentukan menggunakan metode kordinat dengan luasan yang dibatasi oleh suatu garis kontur, sedangkan beda tinggi atau jarak antar penampang ditentukan oleh *interval* garis kontur, yaitu beda tinggi antara dua kontur yang berurutan. Sedangkan penentuan volume dengan menggunakan garis kontur dapat ditentukan dengan menggunakan rumus *end areas* untuk setiap dua buah tampang yang berurutan. volume dapat dihitung dengan cara menghitung luas daerah yang terdapat di dalam batas kontur. Pada metode ini digunakan garis-garis kontur peta topografi untuk menghitung volume dan digunakan untuk menghitung volume *reservoir*, tanggul, volume pekerjaan tanah untuk lubang galian dan timbunan.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian terapan adalah jenis penelitian yang dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan solusi praktis atau aplikasi langsung dalam kehidupan nyata, dalam penelitian terapan, peneliti berfokus pada penerapan pengetahuan dan teori dalam konteks praktis untuk memecahkan masalah konkret atau mengembangkan produk atau layanan yang bermanfaat bagi masyarakat, penelitian terapan memiliki tujuan yang jelas untuk menghasilkan dampak positif dalam dunia nyata. Berikut beberapa karakteristik utama penelitian terapan. Penelitian terapan memanfaatkan pengetahuan ilmiah maupun pengalaman praktis untuk menyusun solusi yang efektif dan berdampak positif dalam kehidupan nyata. Selain itu, penelitian ini melibatkan kerja sama dengan pihak terkait, seperti industri atau lembaga pemerintah, guna memastikan solusi yang dikembangkan dapat diimplementasikan secara nyata dan relevan dengan kebutuhan lapangan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir dijadwalkan di PT. Batu Mamak Serasi (BMS). Waktu penelitian dijadwalkan pada Mei – Juli 2025 selama ± 1 bulan.

Teknik Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil langsung dari lokasi penelitian tanpa melalui perantara, artinya data yang diambil langsung oleh peneliti. Data yang diambil adalah data DEM. Sementara itu, Data sekunder merupakan data yang diambil dari berkas penelitian terdahulu, literatur, dan orang-orang yang dianggap mengetahui informasi bahan dan metode yang diteliti. Makna dari data sekunder adalah data yang memiliki sumber yang jelas. Data

yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu ZONA UTM, peta kesampaian daerah, spesifikasi *Drone*. Alur penelitian dimulai dari survey pendahuluan atau survey awal, dengan melakukan survey pendahuluan pada lokasi penelitian antara lain, mencari titik referensi GPS, lokasi kesampaian daerah dan lain lain. Selanjutnya menentukan titik lokasi untuk dijadikan pertimbangan acuan dalam pengukuran luas, Melaksanakan pengambilan foto udara menggunakan *Unmanned Aerial Vehicles (UAV)*, Melakukan pengolahan hasil photo udara untuk memperoleh DEM, DEM ini lah yang kemudian akan selanjutnya di olah untuk menghitung volume.

Pengolahan Data

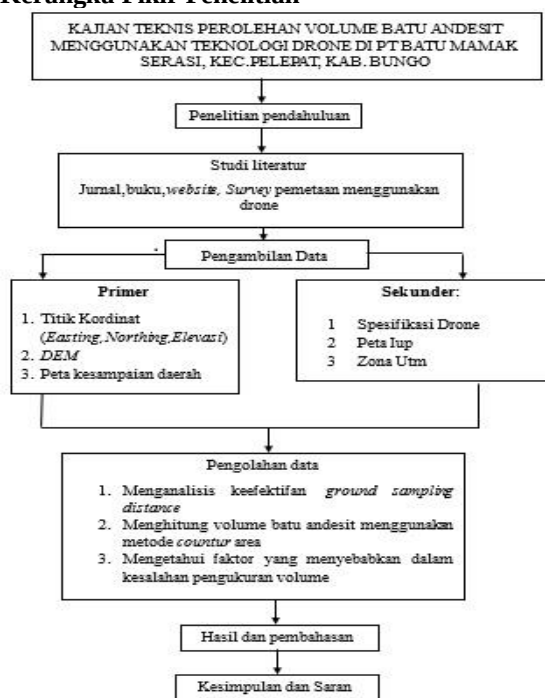
Foto udara yang diperoleh kemudian diproses menggunakan perangkat lunak. Untuk menghasilkan data Model Elevasi Digital (DEM) beresolusi tinggi dari foto udara yang diambil menggunakan *drone* atau wahana udara nir awak (UAV), penelitian ini menggunakan metode fotogrametri untuk pemrosesannya. Tahapan ekstraksi atau pemrosesan foto udara ini terdiri dari beberapa langkah, antara lain:

- 1) *Alignement Photos*, digunakan untuk menentukan titik-titik yang dianggap gambar. Langkah ini bertujuan untuk menetapkan posisi kamera yang tepat di setiap bidikan serta memastikan agar objek yang sama muncul pada setiap foto, sehingga membentuk dasar model awan titik yang konsisten
- 2) Pada langkah ini, diperlukan identifikasi hasil foto untuk mendapatkan nilai *ground sampling distance* yang telah diukur dan di proses.
- 3) Foto udara, khususnya dalam proses rekonstruksi permukaan seperti awan titik (*point cloud*), sangat terbantu dengan keberadaan *Dense Cloud*, yaitu sekumpulan titik-titik padat dalam jumlah yang sangat banyak, mulai dari ratusan ribu hingga jutaan titik, yang merepresentasikan permukaan objek secara detail.
- 4) *Build Mesh* mengacu pada proses memecah ruang tiga dimensi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan lebih mudah dikelola, seringkali segitiga, segiempat, heksahedron, atau tetrahedron (tiga dimensi). Semua alat rekonstruksi permukaan berputar yang menghasilkan jaringan segitiga (*mesh*).
- 5) *Build Tekstur*, membangun area yang digunakan untuk menciptakan tampilan visual objek dalam model tiga dimensi (3D). Proses ini memastikan bahwa area yang dipetakan dapat direpresentasikan

secara lebih realistis, sangat mirip dengan kondisi fisiknya di lapangan

- 6) Build orthomosaic adalah proses penyusunan citra udara menjadi satu kesatuan gambar yang utuh dan terkoreksi secara geometris, dengan memanfaatkan data digital elevation model (DEM) serta informasi *ground sampling distance* (GSD) untuk menjaga ketelitian spasial, sehingga citra yang dihasilkan dapat digunakan untuk keperluan pemetaan.
- 7) build DEM adalah representasi digital dari permukaan bumi yang menggambarkan ketinggian tanah atau permukaan bumi relatif terhadap referensi tertentu.

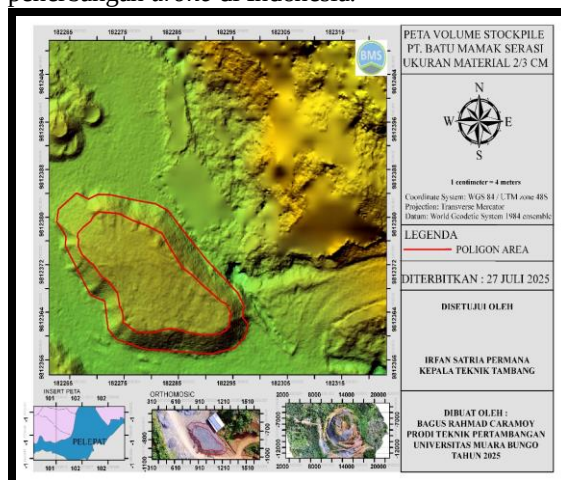
Kerangka Pikir Penelitian



Hasil

Setiap kegiatan pemetaan dalam perhitungan volume ruang penyimpanan menggunakan fotogrametri Unmanned Aerial Vehicle (UAV) melibatkan serangkaian langkah yang perlu diikuti secara sistematis. Ini melibatkan beberapa tahap utama: mempersiapkan *drone* sebelum penerbangan, menggunakan *drone* untuk mengumpulkan data di lokasi, dan memproses data. Dalam pekerjaan ini, digunakan sensor 12,6 mm, yang berfungsi sebagai alat utama untuk fotografi udara dan pengumpulan data spasial di lokasi operasional PT Batu Mamak Serasi. Dengan demikian, pengoperasian *drone* pada ketinggian 80 meter dalam kegiatan ini masih berada dalam batas aman dan legal, serta tidak melanggar regulasi nasional. Selain itu, ketinggian ini juga sudah cukup optimal untuk memperoleh resolusi spasial

tinggi, sehingga mendukung kualitas data fotogrametri yang dihasilkan tanpa perlu naik ke ketinggian yang lebih berisiko. Jika *drone* diterbangkan lebih rendah, nilai GSD akan semakin kecil resolusi meningkat, tetapi area jangkauan per foto mengecil waktu pemotretan dan jumlah foto meningkat. Sebaliknya jika diterbangkan lebih tinggi, cakupan gambar meningkat, tetapi GSD membesar resolusi menurun yang dapat berdampak pada kualitas hasil pemetaan. Oleh karena itu ketinggian 80 meter dapat dikatakan sebagai kompromi optimal antara resolusi, efisiensi pemotretan, dan kepatuhan terhadap regulasi penerbangan *drone* di Indonesia.

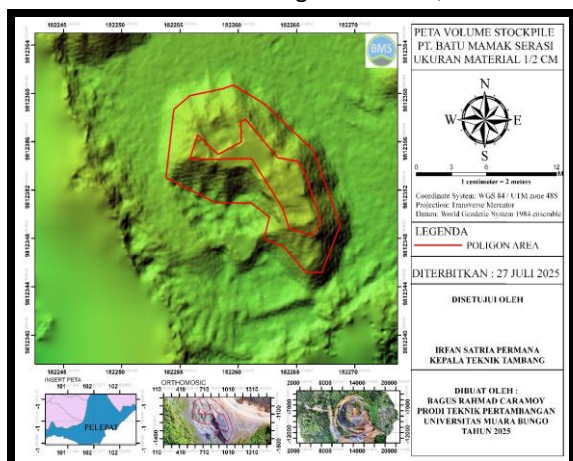


Gambar.6. Nilai GSD

Berdasarkan hasil yang didapat ketinggian 80 meter dengan ukuran pixel 1,6 dan focal length 5 mm maka didapat adalah 1.15 cm/pixel.

Perolehan Volume Andesit Ukuran 1/2 CM

Dalam penelitian ini, volume material andesit 1/2 dihitung menggunakan metode kontur. Metode ini dipilih karena kemampuannya memberikan estimasi volume yang akurat berdasarkan data topografi area penyimpanan material. Dalam penerapannya volume ditentukan dengan menghitung perbedaan elevasi antara kontur yang digambarkan pada peta topografi area timbunan. Data ini kemudian dianalisis secara teori menggunakan prinsip geometri dan area antara kontur.

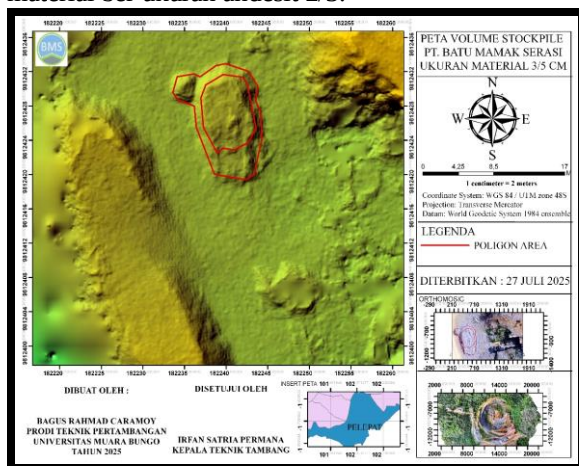


Gambar. 7. Dem Material 1/2 CM

Perolehan Volume Andesit Ukuran 2/3 CM

Perolehan volume material andesit 2/3 dihitung menggunakan teknologi fotogrametri udara berbasis *drone* (Unmanned Aerial Vehicle). Pemanfaatan *drone* menawarkan keuntungan signifikan dalam memperoleh data topografi dan citra permukaan timbunan material secara cepat dan akurat, terutama di daerah yang luas atau sulit diakses dibandingkan dengan metode konvensional. Citra udara yang diambil kemudian untuk menghasilkan Model Permukaan Digital dan kontur area timbunan.

Berdasarkan hasil pemrosesan dan analisis model ini, diperoleh estimasi volume 789.003 m³ untuk material berukuran andesit 2/3.



Gambar. 8. Dem Material 2/3 CM

Perolehan Volume Andesit Ukuran 3/5 CM

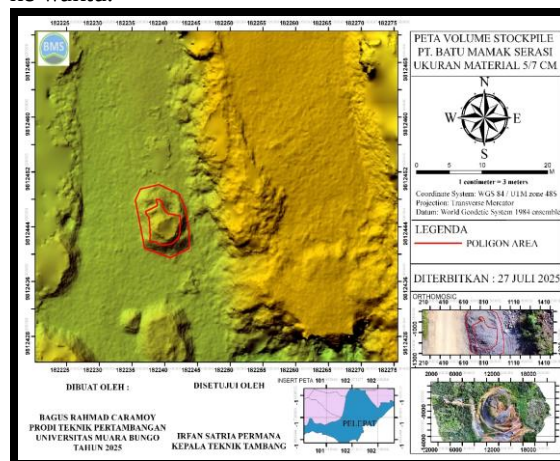
Hasil yang diperoleh dari pemetaan udara selanjutnya akan dihitung volumenya menggunakan garis kontur sebagai pengikatnya dan menghubungkan antar titik. Gambar dibawah menjelaskan foto udara dengan material ukuran batu andesit 3/5 yang didapatkan selama satu bulan penelitian di PT Batu Mamak Serasi.:

Gambar. 9. Dem Material 3/5 CM

Berdasarkan perhitungan, total volume material andesit 1/2 yang diperoleh adalah 40.768 m³.

Perolehan Volume Andesit Ukuran 5/7 CM

Selanjutnya pemantauan volume dapat dilakukan secara berkala untuk mendukung efisiensi produksi dan pengendalian stok material di area *stockpile*. Pendekatan ini juga membantu dalam dokumentasi visual dan pengambilan keputusan operasional di lapangan, karena data yang dihasilkan bersifat digital, terukur, dan dapat dibandingkan dari waktu ke waktu.



Gambar. 10. Dem Material 5/7 CM

Berdasarkan perhitungan, total volume material andesit 5/7 yang diperoleh adalah 38.133 m³.

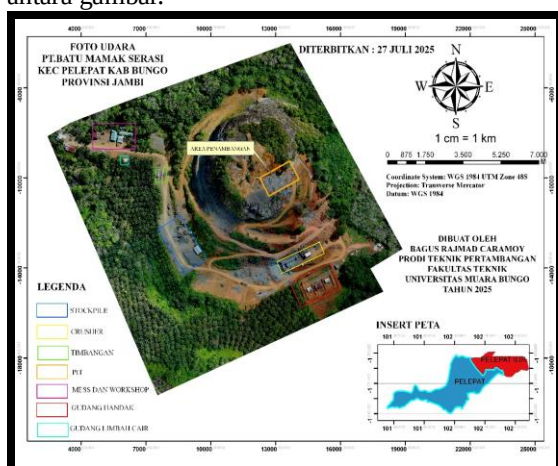
Berikut Adalah Tabel Perolehan Volume Batu Andesit selama satu bulan penelitian.

No	Jenis Material	Ukuran material	Volume m ³
1	Batu andesit	1/2	90.769 m ³
2	Batu andesit	2/3	789.003 m ³
3	Batu andesit	3/5	40.768 m ³
4	Batu andesit	5/7	38.133 m ³

Foto Udara

Hasil pemotretan citra udara yang diperoleh menggunakan *drone* memberikan representasi visual yang komprehensif dari area studi dari ketinggian tertentu. Foto udara ini diambil pada ketinggian sekitar 120 meter di atas permukaan tanah, menggunakan jalur penerbangan yang direncanakan secara sistematis dalam pola kisi-kisi. Resolusi spasial yang dihasilkan dianggap tinggi, memungkinkan identifikasi fitur permukaan seperti kontur tanah, vegetasi, bangunan, dan batas batas

area yang akan dianalisis. Akuisisi citra dilakukan dengan pengaturan tumpang overlap 80% untuk arah depan dan 70% side overlap, untuk memastikan cakupan citra yang cukup untuk proses pengabungan dan rekonstruksi 3D. Kamera *drone* dikalibrasi ke sudut tegak lurus relatif terhadap permukaan tanah untuk meminimalkan distorsi geometrik. Selain itu, penerbangan dijadwalkan selama kondisi pencahayaan optimal (sekitar pukul 09.00–11.00 waktu setempat) untuk mengurangi bayangan yang tajam dan meningkatkan kualitas visual citra yang ditangkap. Sehingga kualitas foto udara yang diperoleh dinilai sangat baik, berdasarkan ketajaman gambar, kontras warna, dan sedikitnya noise atau distorsi optik. Citra juga telah melalui georeferensi menggunakan kordinat GPS sebagai referensi spasial, yang memastikan akurasi geografis yang tinggi dari posisi objek dalam gambar. Validasi visual mengonfirmasi bahwa seluruh area target tercakup dengan baik, tanpa celah data atau tumpang tindih yang berlebihan di antara gambar.



Gambar. 11. Foto Udara

Faktor Kesalahan Dalam Pengambilan Data

Dari hasil pengamatan langsung dari lapangan dalam pengambilan data ditemukan berbagai faktor penghambat yaitu:

- 1) Vegetasi yang berada pada sekeliling area *stockpile* sangat berpengaruh terhadap pengukuran, pada saat garis garis saling menghubungkan sehingga membentuk suatu kontur, vegetasi yang berada pada area *stockpile* andesit akan mempengaruhi dalam proses pemetaan menggunakan metode kontur dengan teknik fotogrametri, vegetasi yang rapat dan tinggi akan terekam sebagai bagian dari permukaan tanah.
- 2) *ground control point*
ground control point merupakan faktor krusial dalam pengukuran volume, tanpa menggunakan titik kontrol tanah (GCP),

yang berfungsi sebagai titik referensi geospasial presisi tinggi dengan koordinat dan elevasi yang akurat. Tanpa GCP, georeferensi dan kalibrasi data penginderaan jauh menjadi kurang presisi, sehingga meningkatkan kesalahan pada posisi dan elevasi titik pengukuran.

3) Baterai

Baterai merupakan faktor krusial yang memengaruhi kelancaran proses akuisisi data di lapangan. Jika baterai tidak dalam kondisi optimal, dapat menimbulkan risiko, seperti *drone* tiba-tiba kehabisan daya saat terbang di ketinggian, yang tentunya akan mengganggu operasional fotografi udara. Pada saat pengukuran pengambilan data di lakukan sebanyak dua kali, sehingga harus melakukan penerbangan kembali dalam pengambilan data. kemampuan bertahan satu baterai hanya 20 menit dan membutuhkan proses pengisian daya baterai kurang lebih satu jam. Penting melakukan pengecekan baterai terlebih dahulu agar dapat memaksimalkan hasil yang presisi dan akurat.

Pembahasan

Dari hasil yang diperoleh dari setiap uji terbang pada ketinggian terbang 80 meter secara konsisten menunjukkan nilai *Ground Sampling Distance* (GSD) sebesar 1,15 cm/piksel. Konsistensi ini disebabkan oleh penggunaan *drone* dengan panjang fokus kamera 12,4 mm. Meskipun nilai GSD tetap tidak berubah, kualitas ketajaman gambar bervariasi karena intensitas cahaya matahari yang berbeda pada setiap pengambilan gambar. Berdasarkan data yang dikumpulkan pada ketinggian 80 meter, GSD yang diperoleh sebesar 1,15 cm/piksel menunjukkan bahwa gambar yang dihasilkan berkualitas baik dan cukup jernih. Namun, kualitas ketajaman gambar tetap dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti pencahayaan dan kondisi atmosfer saat pemotretan. (Franly J.L.Lamia). Ketinggian terbang *drone* merupakan faktor penting dalam menentukan resolusi spasial yang dihasilkan. Semakin rendah ketinggian terbang *drone* relatif terhadap objek, semakin tinggi pula resolusi gambarnya artinya gambar menjadi lebih jelas dan lebih detail. Sebaliknya, jika *drone* terbang lebih tinggi, resolusi gambarnya akan semakin rendah.

Sehingga dalam pengoperasian pemetaan menggunakan *drone* Di PT Batu Mamak Serasi dalam status aman dan legal secara perizinan nasional seperti yang tertuang pada Permenhub Nomor PM 63 Tahun 2021 tentang Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak (UAV), terdapat



batasan ketinggian operasi *drone* sipil yang digunakan untuk keperluan non komersial maupun komersial, dengan ketinggian maksimum pengoperasian tanpa izin khusus adalah 150 meter AGL. Operasi di atas 150 meter wajib mendapatkan izin dari Direktorat Jenderal Perhubungan Udara.

Perhitungan volume menggunakan citra udara dan divalidasi menggunakan pengukuran *ground sampling distance* yang berfungsi untuk mengetahui keberadaan cadangan bahan galian, perkembangan penambangan, bentuk topografi, batas penambangan dan perubahan nilai elevasi penambangan yang terjadi pada permukaan penambangan. (Luchas Jacky Nestle Barus,2023). Pengukuran volume andesit dilakukan dengan menggunakan metode kontur yang membentuk suatu *poligon* dalam menghitung luasan suatu area pada setiap material yang berbeda menggunakan kordinat: Fungsi Penggunaan *Add Placemark* dan *Add Polygon* dalam Pembuatan Peta Situasi Menggunakan *Google Earth Pro* (Oktavia et al.,2024) pada proses visualisasi digital elevasi model.

Selama pengamatan secara langsung terdapat area yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yang sangat krusial yaitu tidak adanya titik kontrol tanah atau *ground control point* sehingga akan berpengaruh pada data spasial dengan tingkat keakurasian yang akurat dalam menghasilkan kontur yang sesuai dengan permukaan tanah seperti gundukan, lereng, atau cekungan dapat diidentifikasi:

secara efektif. Selain itu dengan adanya gangguan vegetasi dalam area *stockpile* membuat kurang optimal dalam penggunaan *drone* tanpa gcp sehingga mempengaruhi nilai elevasi: Pemanfaatan Teknologi *drone* Guna Pemetaan Kesesuaian Ruang Untuk Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan (Saihu et al.,2023).

Penutup

Kesimpulan

- 1) Dari hasil yang diperoleh dari uji terbang pada ketinggian terbang 80 meter secara konsisten menunjukkan nilai *Ground Sampling Distance* (GSD) sebesar 1,15 cm/px, sehingga berada pada batas aman dan legal serta tidak melanggar regulasi nasional tentang pengoperasian pesawat udara tanpa awak.
- 2) Berdasarkan hasil dan pembahasan mendapatkan perolehan volume yang didapatkan untuk ukuran material 1/2 sebesar 90.769 m³, untuk ukuran 2/3 sebesar 789.003 m³, ukuran 3/5 sebesar 40.768 m³ dan ukuran 5/7 sebesar 38.133 m³.

- 3) Berdasarkan dari hasil pemetaan faktor kesalahan terjadi adanya vegetasi pada area *stockpile* dan tidak adanya titik kontrol tanah sebagai acuan elevasi serta tidak optimalnya batre *drone*.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Candi, K., Sidoarjo, K., Haque, M. I., Susilo, Y., Mahardianti, M. A., Prabawa, S. E., & Yahya, F. (2024). Jurnal Geodesi Undip April 2024 Jurnal Geodesi Undip April 2024. April, 495–507.
- 2) Lamia, F. J. I., Rogi, J. E. X., & Tiwow, D. (2023). Pengukuran Ketajaman *Ground Sampling Distance* (GSD) Di Berbagai Ketinggian Lahan Sawah Dengan Menggunakan *Drone* Tipe *Mavic 2 Pro* Di Desa Matani Kecamatan Tumpaan *Measurement Of Ground Sampling Distance (GSD) Sharpness At Various Heights Of Rice Land Using Mavic 2 Pro Type Drone In Matani Village , Tumpaan District. 19*, 557–562.
- 3) Panjaitan, P. S., & Supit, J. M. (2021). Data Foto Udara Untuk Pemanfaatannya Di Sektor Pertambangan. 4, 121–125.
- 4) Wulan, S., Auningsih, N., Rohmaeni, D., Megasukma, Y., & Zahar, W. (2021). Pemodelan *Stockpile* Menggunakan Metode Fotogrametri Dengan *Wahana Uav (Unmanned Aerial Vehicle)* Di PT Triaryani. 9, 141–149.
- 5) Kejayan, K., Pasuruan, K., Timur, P. J., Nizarudin, M., Susanto, A., Yuwanto, S. H., & Fanani, Y. (n.d.). Estimasi Sumberdaya Andesit Menggunakan Metode *Cross Section* pada Blok *Eksplorasi* di PT . Bumi Kejayan Desa Benerwejo ., 1–11.
- 6) Peta, V., & Umum, F. (2020). Jurnal Geodesi Undip Oktober 2020. 52–58.
- 7) Oktavia, M., Rianto, D. J., & Novratilova, L. (2024). Fungsi Penggunaan *Add Placemark* Dan *Add Polygon* Dalam Pembuatan Peta Situasi Menggunakan *Google Earth Pro*. 5(1), 252–263.
- 8) walijatun djoko. (2003). Dasar Dasar Pengukuran Tanah (endra s (ed.); ketujuh). pt.gelora aksara pratama.
- 9) Sugiyono (2010) Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta..
- 10) Wahyuningrum. (2022). Dasar Dasar Teknik Geospasial (Rifqi Risnadyatul Hudha. Futri F. Wijayanti (ed.)).
- 11) Heriyanto, Wijaya, R., & Putra, G. A. (2019). Managemen Pemetaan Sistem Informasi Geografis Distribusi Lahan Terbuka Pasca Bencana Gempa Bumi Kab. Padang Pariaman. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri (Sntiki), November,314–319.
- 12) Oswara, R. M., Fathira, R. L., Permana, I. S., Renjani, M. S., Heriyanto, D., & Wijaya, S. (2025). Al-Inayah 3. 6(1), 968–972.